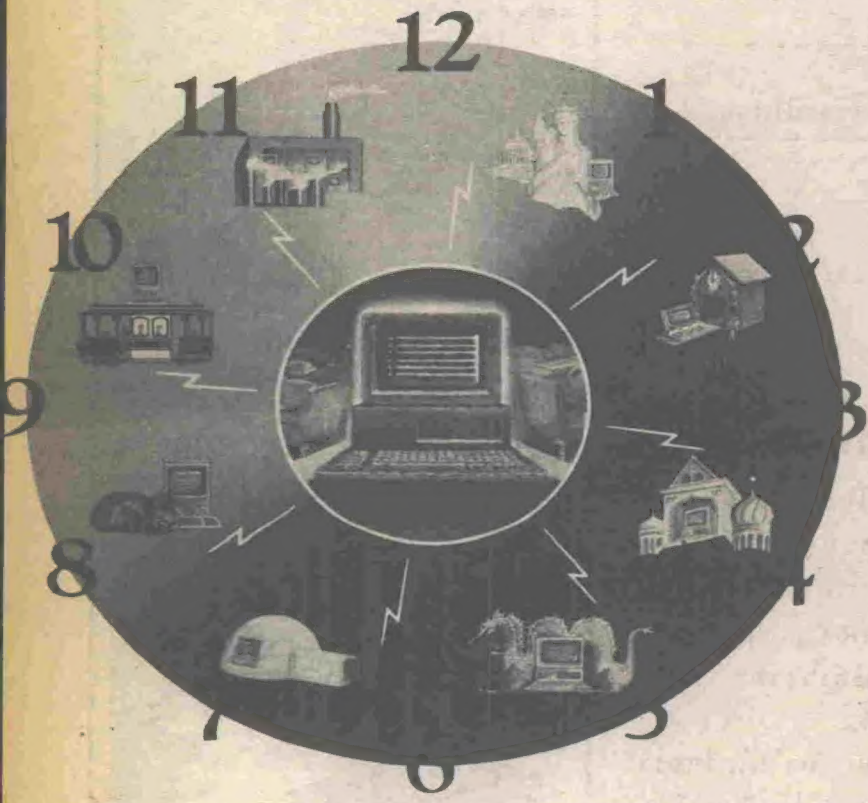
สู่โลกของ การควบคุม ด้วยไมโครคอมพิวเตอร์

ถ้าเราสามารถใช้คอมพิวเตอร์ควบคุมเครื่องจักรในอุตสาหกรรมให้ทำงานได้ดั่งที่ใจปรารถนา แล้วเราจะรอช้าอยู่ทำไม



ไมโครคอมพิวเตอร์นั้นใช่ว่าจะมีความสามารถทำงานได้เฉพาะในออฟฟิศ อันได้แก่ เสมียนพิมพ์ดีดหรือผู้ควบคุมสินค้าแค่นั้นเองก็หาไม่ ไมโครคอมพิวเตอร์ยังสามารถที่จะเป็นนักวิทยาศาสตร์ นักวิศวกร หรือนายแพทย์ชั้นเยี่ยมได้อีกด้วย แล้วแต่ที่เราอยากจะให้เป็นอะไร จึงเรียกได้ว่าไมโครคอมพิวเตอร์ที่ใช้กันอยู่นี้เป็นคอมพิวเตอร์อเนกประสงค์ (General Purpose Computer) คือทำงานได้สารพัดนึก

อาจารย์ผู้มีชื่อเสียงทางด้านจิตวิทยาของเด็กท่านหนึ่งเปรียบเทียบเด็กแรกเกิดว่าเหมือนกับคอมพิวเตอร์ที่ผลิตออกมาจากโรงงาน ยังไม่มีการป้อนโปรแกรมให้ เด็กต้องเรียนรู้จากสิ่งแวดล้อมและได้รับการอบรมสั่งสอนเป็นเวลานาน ก็เช่นเดียวกับการโปรแกรมคอมพิวเตอร์ให้มีขีดความสามารถในการทำงาน ความฉลาดและความสามารถในการทำงานของเด็กคนนั้นเมื่อโตขึ้นมาก็เป็นไปในแนวของการได้รับการอบรมสั่งสอนมา ซึ่งคล้ายคลึงกับการเขียนโปรแกรมให้คอมพิวเตอร์ทำงาน จะแตกต่างกันก็ตรงที่คอมพิวเตอร์สามารถที่จะเปลี่ยนแปลงโปรแกรมการทำงานเมื่อไรก็ได้ในเวลาอันรวดเร็ว

แม้คอมพิวเตอร์อเนกประสงค์จะสามารถใช้งานได้สารพัดอย่างก็จริง แต่ก็ไม่ได้หมายความว่าจะทำได้เสียทุกอย่าง ดังเช่นเจ้าแมวเจ้าปัญญาโดเรมอนที่เด็กชอบดู ทุกอย่างก็ย่อมจะมีพื้นฐานของข้อจำกัดอยู่ภายใต้กำหนดขอบเขตอันหนึ่ง เช่นเดียวกับมนุษย์มีแขน 2 แขน เท้า 2 เท้าย่อมจะบินแบบเดียวกับนกไม่ได้ฉันใด คอมพิวเตอร์ซึ่งมีเครื่องมือประกอบการทำงานของมันจำกัดอยู่ภายใต้ขอบเขตอันหนึ่งก็ย่อมจะทำได้เท่าที่มันจะทำได้ จะโปรแกรมให้หุงข้าว ต้มแกงย่อมเป็นเรื่องลำบาก นอกจากจะเพิ่มเครื่องไม้เครื่องมือให้

สำหรับการใช้งานทางด้านงานช่างมีการนำคอมพิวเตอร์ไปทำงานหลายสาขา เป็นต้นว่า

CAD คอมพิวเตอร์ช่วยในการออกแบบ (Computer Aid Design)

CAM คอมพิวเตอร์ในการผลิต (Computer Aid Manufacturing)

CAE คอมพิวเตอร์ช่วยทางวิศวกรรม (Computer Aid Engineering)

งานทางด้านการควบคุมก็เป็นส่วนหนึ่งของระบบ CAM ในที่นี้จะขอกล่าวถึงเฉพาะวิธีการนำไมโครคอมพิวเตอร์ไปใช้ในการควบคุม (Control) และเฝ้าคุม (Monitoring) อย่างง่าย ๆ ในขบวนการควบคุมทางอุตสาหกรรมต่าง ๆ ที่มีอยู่พอเป็นแนวความคิดในการนำไปประยุกต์เข้ากับงานควบคุมดังกล่าว

ทั้งนี้ทั้งนั้นเราพบว่าอุปกรณ์ควบคุมต่าง ๆ ราคาแพงกว่าคอมพิวเตอร์หลายเท่า การนำเอาคอมพิวเตอร์อเนกประสงค์มาใช้งานจึงเป็นหนทางหนึ่งในการลดต้นทุนการผลิต เพื่อให้แข่งขันกับคู่แข่งได้

ขบวนการของการควบคุม

เรามาทำความเข้าใจอย่างคร่าว ๆ ถึงขบวนการควบคุมสักเล็กน้อย ๆ ที่จะนำคอมพิวเตอร์มาช่วยในการควบคุม ในขบวนการควบคุมนั้นอาจจะแบ่งออกเป็น 2 วิธีการใหญ่ ๆ คือ

1. การควบคุมไม่ครบวงจร (Open loop control)
2. การควบคุมครบวงจร (Close loop control)

ในชีวิตประจำวันของมนุษย์นั้นมีปฏิกิริยาตอบสนองต่อสิ่งที่เราทำเสมอ ระบบการควบคุมในชีวิตของเราจะเป็นแบบครบวงจรหรือไม่ครบวงจรก็ขึ้นอยู่เพียงแต่ว่าเราจะนำปฏิกิริยาตอบสนองมาใช้ในการประมวลผล (คิดคำนึง) หรือไม่เท่านั้น มนุษย์มีสัญชาตญาณที่จะนำเอาปฏิกิริยาตอบสนองมาเกี่ยวข้องกับการประมวลผลในสมองอยู่เสมอ เป็นต้นว่าขณะที่เรากุยกับใครคนใดคนหนึ่ง ตาเราก็เฝ้าดูปฏิกิริยาของคู่สนทนา หูคอยฟังเสียงตอบสนอง หากไม่มีปฏิกิริยาจากคู่สนทนาเลยก็ต้องมีการเปลี่ยนแปลงความตั้งใจเดิมในการพูด อาจจะหยุดพูดหรือใช้คำที่ทำให้กระตุ้นความสนใจของเขาเป็นต้น

ในขบวนการควบคุมนั้นการรับรู้สถานภาพของอุปกรณ์ที่กำลังทำการควบคุมอยู่เป็นเรื่องที่สำคัญอย่างยิ่ง ก่อนที่จะดำเนินการประมวลผล ป้อนสั่งคำสั่งหรือสัญญาณทางไฟฟ้าให้รับไปปฏิบัติต่อไป จึงเรียกว่าเป็น Close loop control

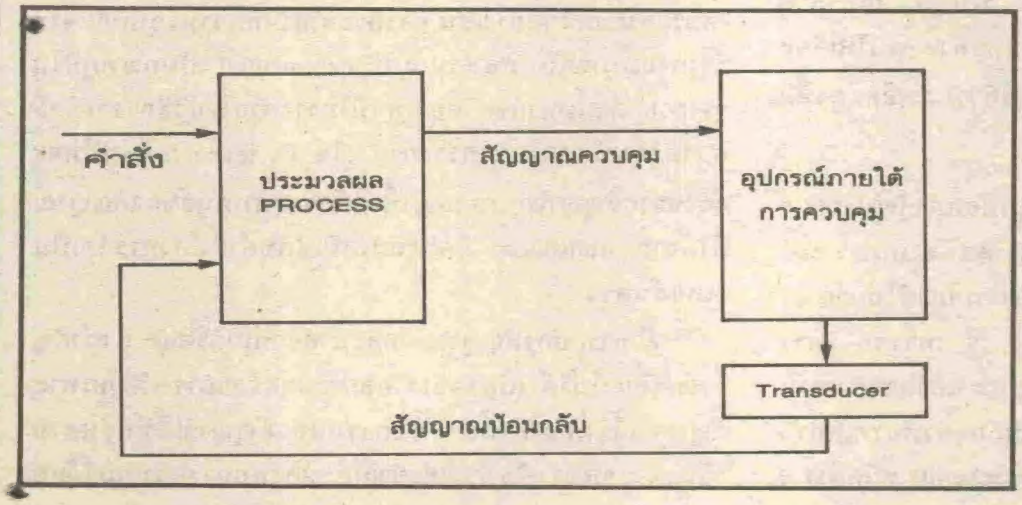
อุปกรณ์จะรับรู้สถานภาพของสิ่งที่เรากำลังควบคุมอยู่เราเรียกว่า sensor และ transducer แม้ว่าคำสองคำนี้จะใช้แทนกันได้ในวงการควบคุมก็จริงอยู่ แต่ทั้งสองคำมีข้อแตกต่างกันอยู่ ซึ่งพอจะอธิบายได้ง่าย ๆ ดังนี้

เราทราบกันว่างานควบคุมที่เรากล่าวถึงนั้นหมายถึงการใช้ไฟฟ้าเข้าไปควบคุมขบวนการประมวล เป็นการประมวลผลทางไฟฟ้า ดังนั้นตัวแปรในการควบคุม (ซึ่งเรียกว่า Process Variable) ทุกอย่างต้องอยู่ในรูปของสัญญาณทางไฟฟ้าทั้งนั้น อุปกรณ์ที่จะเข้าไปรับรู้สถานภาพของตัวแปรที่จะนำมาใช้ในการควบคุม หากให้สัญญาณทางไฟฟ้าออกมาโดยตรงเราเรียกว่า sensor ยกตัวอย่างเช่น Thermocouple ซึ่งแปลงความความร้อนที่วัดแล้วให้สัญญาณออกมาเป็นสัญญาณทางไฟฟ้าโดยตรง ไม่มีการแปรผันเป็นอย่างอื่นก่อน ในการควบคุมหลายชนิดมีตัวแปรในการควบคุมที่เราอยากทราบแต่ไม่สามารถแปลงออกมาเป็นสัญญาณทางไฟฟ้าโดยตรงได้ ต้องมีการแปลงเป็นรูปแบบอื่นก่อนที่จะมาเป็นสัญญาณทางไฟฟ้า ตัวอย่างเช่น การรับรู้ตำแหน่งในแกน Polar อาจจะใช้ความต้านทานเป็นตัวรับรู้ โดยใช้แกนหมุนของ Reostat ต่อเข้ากับแถบที่เราต้องการทราบตำแหน่ง การหมุนของ Reostat ที่มุมต่าง ๆ ก็จะให้ความต้านทานต่างกัน จึงค่อยนำความต้านทานที่เปลี่ยนแปลงไปแปลงออกมาเป็นสัญญาณทางไฟฟ้าอีกทีหนึ่ง

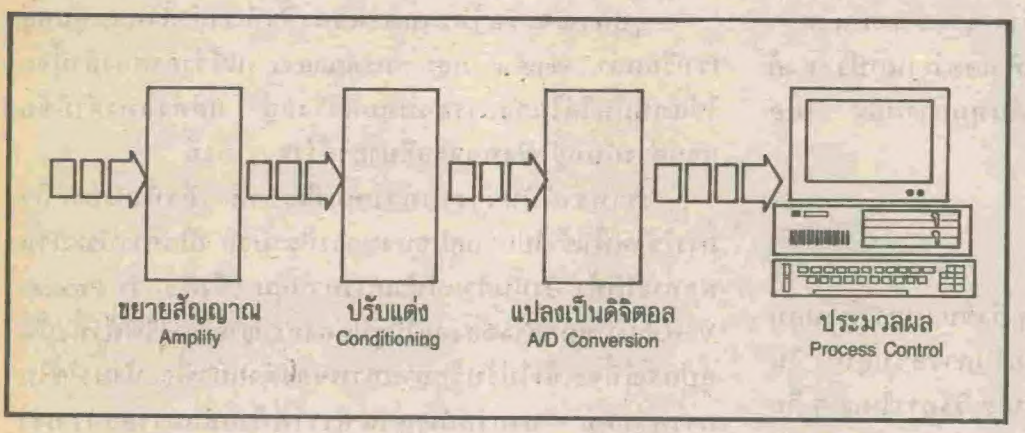
มุม -› การเคลื่อนที่ของแถบหมุน -› ความต้านทานเปลี่ยน -› ให้สัญญาณทางไฟฟ้า

ในกรณีเช่นนี้เราเรียกว่า transducer ดูตัวอย่างในรูปที่ 1

ในไมโครคอมพิวเตอร์ฉบับนี้เราเน้นถึงอุปกรณ์ที่นำข้อมูลเข้าไปยังคอมพิวเตอร์ บทความนี้จะหยิบยกในส่วนของการนำ



รูปที่ 1 การควบคุมชนิดครบวงจร



รูปที่ 2 การเชื่อมต่อ transducer เข้ากับคอมพิวเตอร์

เอาตัวแปรในขบวนการควบคุมป้อนให้กับคอมพิวเตอร์ เพื่อการประมวลผลมาเล่าสู่กันฟัง

คอมพิวเตอร์พร้อมแล้วหรือยัง

ดังได้กล่าวเอาไว้แล้วว่าไมโครคอมพิวเตอร์ที่มีขายในตลาดราคาไม่เกิน 30,000 บาท เท่านั้นเป็นคอมพิวเตอร์อเนกประสงค์ พร้อมที่จะนำไปใช้งานในหลาย ๆ ด้านเท่าที่มีขีดความสามารถจะทำได้ ขีดความสามารถที่จำกัดของไมโครคอมพิวเตอร์มีอะไรบ้าง

- **ซีพียู** สามารถทำงานได้ที่ความเร็วสูงกว่า 4.77 เมกะเฮิรตซ์ เพียงพอสำหรับการประมวลผลในลักษณะเวลาจริงในระดับหนึ่ง ขึ้นอยู่กับว่าในการประมวลผลนั้นมีขบวนการมากน้อยแค่ไหน

- **หน่วยความจำ** ราคาถูกลง สามารถที่จะใช้ได้มากถึง 640 เคไบต์ภายใต้สภาวะการทำงานของดอส

- **การแสดงผล** การแสดงผลมีการพัฒนาไปไกลมากจากภาพขาวดำจนถึงภาพสี 256 สี ความละเอียดของภาพมีให้เลือกจนถึง 1024 × 768 จุดในขณะนี้ และจะมีความละเอียดสูงขึ้นเรื่อย ๆ

- **การนำสัญญาณเข้าและสัญญาณออก** จุดบอดสำคัญประการหนึ่งของไมโครคอมพิวเตอร์หรือคอมพิวเตอร์เอนกประสงค์ทั่วไปก็คือ ระบบยังมีการติดต่อกับโลกภายนอกได้ไม่มากนัก ส่วนมากจะมีการติดต่อกับภายนอกเพียง 2 ทางคือ ทางพอร์ตอนุกรมตามมาตรฐาน RS232 และพอร์ตขนานตามมาตรฐาน Centronics โดยที่จุดประสงค์หลักของพอร์ตเหล่านี้ก็คือการใช้ติดต่อกับอุปกรณ์รอบนอก (peripheral) ชนิดต่าง ๆ ของคอมพิวเตอร์เท่านั้น ไม่ได้มีจุดประสงค์เพื่อใช้ในการควบคุม จุดนี้เราจะต้องมองหาหนทางที่เหมาะสมในการเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ดังจะได้กล่าวถึงในหัวข้อถัดไป

การปรุงแต่งสัญญาณก่อนส่งเข้าคอมพิวเตอร์

สัญญาณที่ออกมาจาก transducer ยังมีความแรงของสัญญาณไม่พอที่จะนำไปประมวลผล หรือนำไปเชื่อมต่อเข้ากับคอมพิวเตอร์ จะต้องนำมาผ่านขบวนการปรุงแต่งให้เหมาะสมก่อนที่จะนำเข้าสู่การเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ ซึ่งอาจจะมีหลายขบวนการดังนี้ (ดูรูปที่ 2)

1. การขยายสัญญาณ เพื่อให้สัญญาณมีความแรงพอที่จะนำไปทำอย่างอื่นต่อไป

2. การปรับแต่งสัญญาณ อันเนื่องมาจากความสัมพันธ์ระหว่างค่าที่ต้องการจะวัดและสัญญาณที่ส่งออกมาจาก transducer อาจจะไม่เป็นเส้นตรง จำเป็นจะต้องมีการปรับแต่งให้เหมาะสม ยกตัวอย่างเช่น การกระจายรังสีความร้อนออกจากร่างกายมนุษย์เป็นสัดส่วนแบบ exponential กับอุณหภูมิในร่างกาย ดังนั้นหากจะวัดอุณหภูมิในร่างกายโดยวิธีการวัดรังสีความร้อนที่ออกมาจากร่างกาย (ใช้ IR sensor) ก็จำเป็นจะต้องขยายสัญญาณแบบ Log เพื่อให้ความสัมพันธ์ของสัญญาณที่ได้จาก transducer มีความสัมพันธ์กับค่าที่ต้องการวัดเป็นแบบเส้นตรง

3. การแปลงสัญญาณจากอะนาลอกเป็นดิจิตอล สิ่งสำคัญที่หลีกเลี่ยงไม่ได้ เนื่องจากว่าคอมพิวเตอร์สามารถรับรู้เฉพาะสัญญาณดิจิตอลเท่านั้น วิธีการแปลงสัญญาณก็มีอยู่หลายวิธีการ แต่สิ่งสำคัญที่จะเข้ามาเกี่ยวข้องกับการควบคุมได้แก่

- ความละเอียดของการแปลงสัญญาณ ก็คือจำนวนบิตของสัญญาณดิจิตอลที่จะได้ออกมาจากการแปลง โดยมากมีขนาดตั้งแต่ 8 บิต 12 บิตจนถึง 16 บิต ถ้าเป็น 8 บิตก็จะสามารถบอกความแตกต่างของสัญญาณอะนาลอกได้ถึง 256 ระดับ สำหรับ 12 บิตซึ่งเป็นระดับที่ใช้ในงานควบคุมกันอย่างกว้างขวางจะสามารถบอกความแตกต่างของระดับสัญญาณได้ 4096 ระดับ สำหรับ 16 บิตนั้นความละเอียดของสัญญาณมากเกินกว่าที่แหล่งกำเนิดสัญญาณจะให้ความถูกต้องได้มากเพียงนั้น คือบอกความแตกต่างของระดับสัญญาณได้จนถึง 64 เค เนื่องจากว่าสัญญาณที่ได้จาก sensor หรือ transducer และขบวนการปรุงแต่งสัญญาณก่อนที่จะเข้ามาถึงขั้นนี้ยังให้ความถูกต้องและความเชื่อถือของสัญญาณได้ไม่ถึงหนึ่งใน 64 เค สัญญาณที่จะทำการแปลงผันส่วนมากมักจะมีระดับอยู่ระหว่าง 0-5 โวลต์
- ความเร็วในการแปลงสัญญาณเข้าไปประมวลมีความสำคัญมาก จะต้องไม่มากไปกว่าเวลาในการตอบสนองที่ระบบต้องการ แต่ละระบบของงานควบคุมต้องการเวลาในการตอบสนองแตกต่างกัน สำหรับการแปลงสัญญาณอะนาลอกเป็นดิจิตอลเขาจะบอกความเร็วในการแปลงสัญญาณเป็นวินาที เช่น 50 มิลลิวินาที เป็นต้น เวลาในการแปลงสัญญาณจะเป็นค่าบอกว่าสัญญาณที่เป็นกระแสไฟฟ้าสลับจะมีความถี่สูงสุดเท่าไรจึงจะสามารถแปลงเป็นดิจิตอลได้ ตามหลักของ Nyquist ความถี่สูงสุดที่จะสามารถรับรู้ได้โดยวงจร A/D คือครึ่งหนึ่งของความถี่ของการแปลงผัน (1/เวลาในการแปลงผัน) ในตัวอย่างข้างต้น เวลาในการแปลงผัน 50 มิลลิวินาทีเท่ากับความเร็วในการแปลงผัน 20 กิโลเฮิรตซ์ ความถี่สูงสุดที่สามารถจะแปลงผันได้ก็คือ 10 กิโลเฮิรตซ์

การเชื่อมต่อเข้ากับคอมพิวเตอร์

สัญญาณที่ได้จากการแปลงผันจากอะนาลอกเป็นดิจิตอลแล้วใช่ว่าจะสามารถนำมาป้อนให้คอมพิวเตอร์ได้เลยก็หาไม่ ยังจะต้องมีขบวนเชื่อมต่อและช่องทางที่จะนำเอาข้อมูลเหล่านั้นเข้าไปยังเครื่อง ปัญหาก็คือว่าจะทำอย่างไร

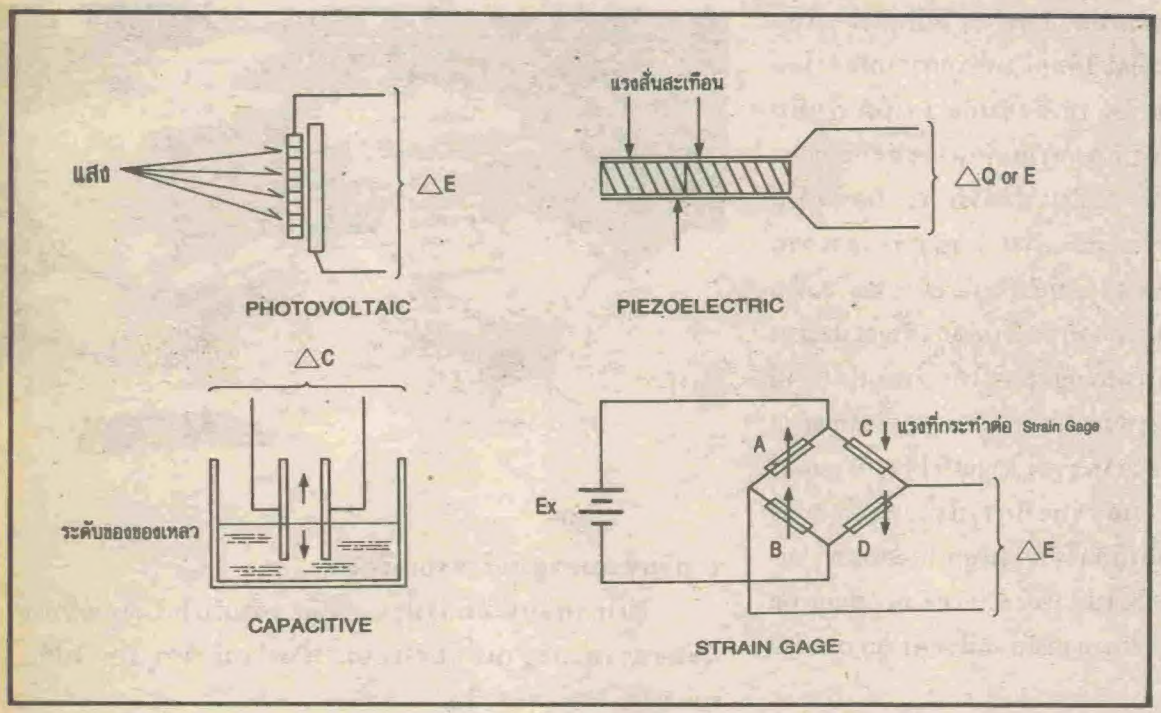
1. ทางเข้ามาตรฐานสำหรับเครื่อง

ไมโครคอมพิวเตอร์ประเภทเดียวกันกับไอบีเอ็มพีซีนั้นมีช่องทางมาตรฐานที่ออกแบบมาสำหรับนำข้อมูลเข้าไปยังระบบได้ 3 ช่องทางคือ

- ช่องทางคีย์บอร์ด แน่นอนเราคงจะยุ่งเกี่ยวเอาไปใช้อย่างอื่นคงจะลำบาก เนื่องจากจะต้องติดต่อกับแป้นพิมพ์อยู่เสมอ และระบบภายในเครื่องเองก็ให้ความสำคัญต่อแป้นพิมพ์สูงมาก
- ช่องทางอนุกรม RS232C ดูเหมือนจะเป็นช่องทางเดียวจริง ๆ ที่ออกแบบมาสำหรับให้คอมพิวเตอร์ติดต่อกับโลกภายนอกในลักษณะอนุกรม ภายในเครื่องเองมีรูทีนสำหรับสนับสนุนการรับส่งข้อมูลผ่านทางพอร์ตอนุกรมอย่างเพียงพอพร้อมที่จะให้ใช้งานได้ทันที
- ช่องทางขนาน พอร์ตขนานออกแบบมาสำหรับติดต่อกับเครื่องพิมพ์ หลายคนคิดว่าเป็นพอร์ตสำหรับส่งข้อมูลออกอย่างเดียว พอร์ตขนานสามารถนำมาใช้เป็นพอร์ตสำหรับนำสัญญาณเข้าได้ แต่เนื่องจากไอบีเอ็มออกแบบพอร์ตขนานเพื่อนำไปต่อเข้ากับเครื่องพิมพ์ จึงมีรูทีนสนับสนุนในไบออสเพื่อการส่งข้อมูลออกไปพิมพ์ผ่านทางพอร์ตขนานเท่านั้น ไม่มีรูทีนสนับสนุนการรับส่งข้อมูลผ่านทางพอร์ตขนาน จึงจำเป็นต้องเขียนโปรแกรมสำหรับการควบคุมพอร์ตขนานตัวนี้ขึ้นเอง (ดูรูปที่ 3)

2. อุปกรณ์เสริมเพื่อการนำข้อมูลเข้าออกอื่น ๆ

เนื่องจากไอบีเอ็มพีซีเป็นเครื่องที่เรียกว่า open architecture บริษัทที่สามจึงสามารถที่จะผลิตอุปกรณ์อื่นมาใช้งานประกอบ



รูปที่ 3 หลักการแปลงผันค่าที่ต้องการวัดให้อยู่ในรูปของสัญญาณทางไฟฟ้า

ร่วมกับไอบีเอ็มพีซีได้ จึงเกิดมีอุปกรณ์มากมายหลายชนิดที่สามารถนำมาใช้ในการควบคุม เป็นต้นว่า

- การ์ดการติดต่อสื่อสารแบบ HDLC สำหรับการเชื่อมต่อกับเครื่องเมนเฟรม
- การ์ดการติดต่อสื่อสารตามมาตรฐาน IEEE 488 ซึ่งเป็นมาตรฐานสำหรับการสื่อสารเพื่อการควบคุมและเฝ้าตรวจ โดยเฉพาะบนบัสอันเดียวกับซีพียู สามารถส่งคำสั่งไปควบคุมอุปกรณ์ได้หลายตัว และสามารถอ่านค่าจากอุปกรณ์ต่าง ๆ ได้ การสื่อสารชนิดนี้ส่วนมากนิยมใช้ในห้องปฏิบัติการที่มีการควบคุมขบวนการของการทดลองหลายขั้นตอนและมีอุปกรณ์สำหรับการควบคุมมากขึ้น
- การ์ดแปลงผันระหว่างอะนาลอกและดิจิตอล มีหลายบริษัทที่ผลิตการ์ดสำหรับแปลงผันสัญญาณอะนาลอก 0-5 โวลต์ให้เป็นดิจิตอล และเชื่อมต่อเข้ากับบัสของคอมพิวเตอร์โดยตรง มีช่องทางของสัญญาณอะนาลอกเข้าตั้งแต่ 4 จนถึง 12 ช่องทาง
- การ์ด DSP นอกเหนือจากการ์ดที่ทำหน้าที่รับส่งและเชื่อมต่อข้อมูลกับคอมพิวเตอร์อย่างธรรมดาแล้ว ยังมีการ์ดที่มีไมโครโปรเซสเซอร์ที่มีขีดความสามารถในการวิเคราะห์สัญญาณแบบ DSP (Digital Signal Processing) เป็นตัวทำงานเริ่มแรกก่อนที่จะส่งข้อมูลที่วิเคราะห์แล้วให้กับซีพียู เป็นการเพิ่มความเร็วในการทำงานอีกด้วย

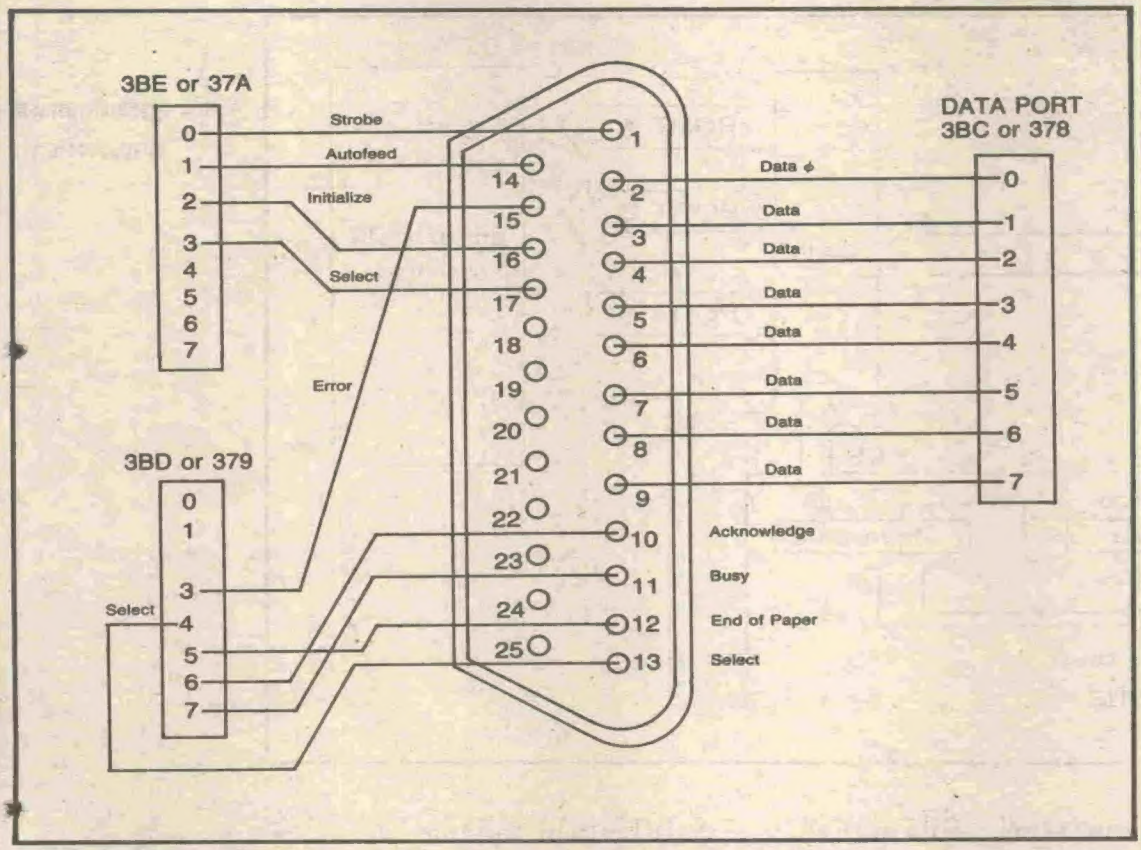
3. การสร้างการ์ดสำหรับรับส่งข้อมูลเอง

ในบางครั้งการสร้างการ์ดสำหรับการสื่อสารเองก็มีความจำเป็นในกรณีที่ไม่สามารถใช้ช่องทางการสื่อสารตามมาตรฐานที่มีมาให้กับระบบ โดยมากจะสร้างขึ้นเพื่อใช้สำหรับการติดต่อสื่อสารแบบขนาน โดยใช้ IC ≠ 8255 เป็นหลัก เนื่องจากง่ายต่อการออกแบบและการเขียนโปรแกรม ข้อควรระวังก็คืออย่าให้แอดเดรสไปซ้ำกับอุปกรณ์ตัวอื่นเข้าเท่านั้นเอง (ดูรูปที่ 4)

ข้อควรคำนึงในการออกแบบระบบการเชื่อมต่อ

การพิจารณาเลือกใช้ระบบการเชื่อมต่อเพื่อนำข้อมูลเข้าไปยังคอมพิวเตอร์มีสิ่งที่จะต้องคำนึงถึงดังนี้

- ระยะทางระหว่างซีพียูและอุปกรณ์ที่จะทำการควบคุม
- จำนวนอุปกรณ์ที่จะทำการควบคุม
- เวลาในการตอบสนอง
- ตัวอุปกรณ์ที่จะเข้าไปทำการควบคุมหรือเฝ้าคุม (Monitor)

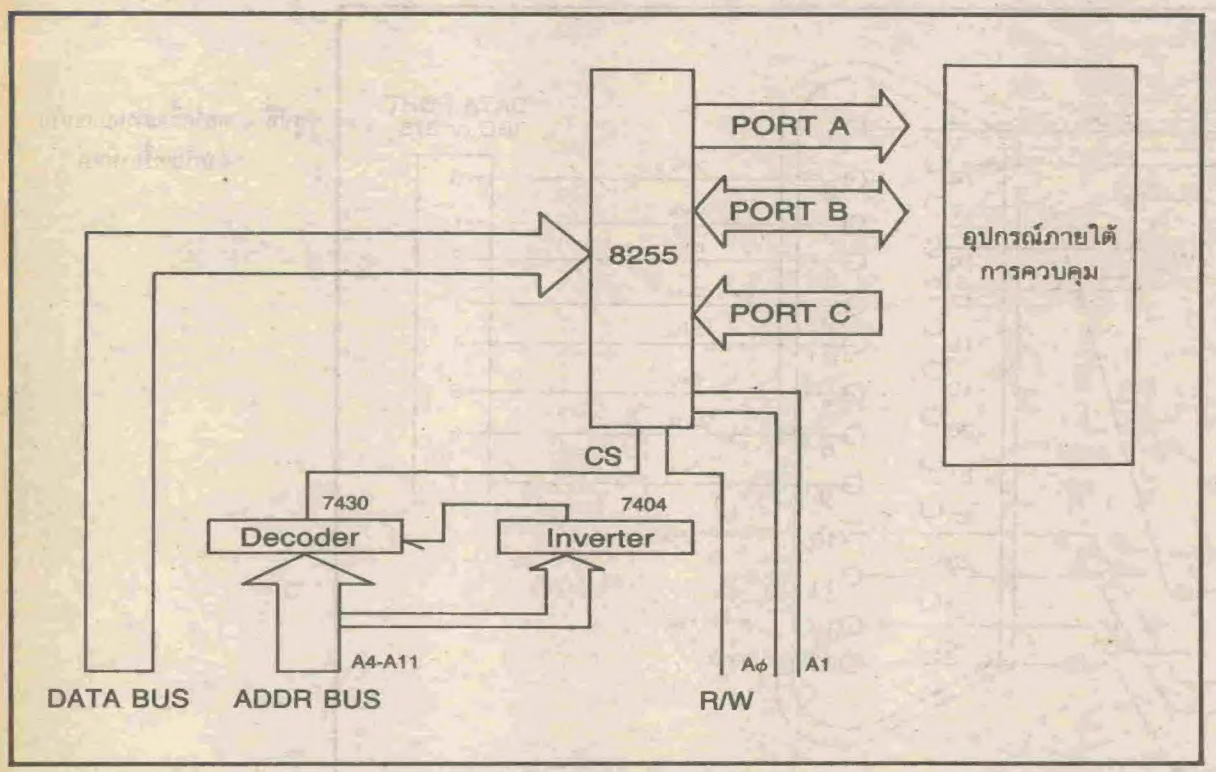


รูปที่ 4 พอร์ตสื่อสารแบบขนานสำหรับเครื่องพิมพ์

ที่เห็นได้ชัดก็คือ อุปกรณ์ที่เรากำลังจะเข้าไปทำการควบคุมมีคุณลักษณะเช่นไรบ้าง หากมีพอร์ตอนุกรมพร้อมที่จะให้ใช้งานอยู่แล้วก็ไม่มีปัญหาในการตัดสินใจ การสื่อสารแบบอนุกรมตามมาตรฐานของ RS232C สามารถไปได้ไกลไม่เกิน 60 เมตรที่ความเร็วในการสื่อสารสูง ๆ ขนาด 38 Kbaud ในขณะที่ความเร็วลดลงระยะทางก็จะไปได้ไกลมากขึ้น ความเร็วในการสื่อสารและระยะทางที่สื่อสารกันได้จะเป็นสัดส่วนผกผันกัน ในกรณีที่ระยะทางไปไกลเกินกว่า 100 เมตร คุณสมบัติทางไฟฟ้าตามมาตรฐาน RS232C ดูจะไม่เหมาะสม เนื่องจากเป็นสัญญาณทางไฟฟ้าเป็นแบบไม่สมดุล (Unbalance) คือสัญญาณจะต้องเทียบกับจุดอ้างอิง (Ground) อยู่เสมอ ความต้านทานในสายเมื่อระยะทางยาวขึ้นก็จะทำให้จุดอ้างอิงไม่เหมือนกัน ในกรณีเช่นนี้สัญญาณทางไฟฟ้าตามมาตรฐาน RS422 จะเหมาะสมกว่าเนื่องจากเป็นสัญญาณทางไฟฟ้าแบบ Balance สัญญาณแต่ละเส้นจะอ้างอิงซึ่งกันและกันได้

จำนวนอุปกรณ์ที่จะต้องใช้ในการควบคุมก็มีส่วนในการกำหนดคุณลักษณะของการติดต่อเช่นกันแน่นอน IEEE 488 เหมาะสมสำหรับงานที่มีอุปกรณ์ในการควบคุมหลายตัว และแต่ละตัวต้องทำการรับส่งสัญญาณด้วย อย่างไรก็ตาม IEEE 488 มีการแบ่งการรับส่งแบบขนาน ต้องใช้คู่สายจำนวนมากในการเชื่อมต่อจึงไม่สะดวกสำหรับระยะทางไกล ๆ ทั้งในแง่ของการสิ้นเปลืองสาย และในแง่ของสัญญาณทางไฟฟ้า

การติดต่อแบบขนานทำได้ง่าย (ดูรูปที่ 5 ประกอบ) และเหมาะสำหรับการติดต่อกับอุปกรณ์ตัวเดียวในระยะทางที่ไกลไม่เกิน 20 เมตรเท่านั้น ยกตัวอย่างงานควบคุมและ



รูปที่ 6 การออกแบบพอร์ตขนาดอย่างง่าย ๆ

เฝ้าตรวจความปลอดภัยในอาคารใหญ่ ๆ ที่มีจำนวนจุดในการควบคุมมากกว่า 1000 จุด สมมติว่าเป็นระบบเตือนอัคคีภัย โดยมีการตรวจรับสัญญาณจาก 1000 จุด แล้วนำมาแสดงความผิดปกติที่ศูนย์กลาง ในกรณีเช่นนี้เราจะสามารถมองเห็นได้ว่า การเชื่อมต่อต้องเป็นแบบอนุกรม และสัญญาณจะต้องเป็นแบบสมดุล (Balance) สัญญาณจะต้องเดินในคู่สายเดียวกัน โดยวิธีการผสมสัญญาณ (Time Multiplex) เพื่อความสะดวกอาจจะแยกออกเป็น 4 กลุ่ม ๆ ละ 256 จุด (8 บิต) ดังนั้นอุปกรณ์ส่งสัญญาณที่จุดตรวจสอบอัคคีภัยจะต้องมีความสามารถระดับหนึ่ง เพื่อที่จะรับรู้ได้ว่าเมื่อไรควรจะส่งสัญญาณอะไรไปบ้าง แม้จะลดค่าใช้จ่ายในการเดินสาย แต่ก็ทำให้ราคาของอุปกรณ์ส่งสัญญาณสูงขึ้น หนทางเลือกที่อาจจะต้องนำมาพิจารณาด้วยคือ การส่งสัญญาณอะนาลอกแบบ 4-20 มิลลิแอมป์จากทุกจุดไปยังศูนย์กลาง โดยที่ศูนย์กลางจะมีอะนาลอกสวิตชิ่งคอยเลือกตรวจสอบสัญญาณทั้ง 1000 จุด เป็นต้น

ขบวนการนำข้อมูลเข้า

ขณะนี้จะพบว่าเรามีข้อมูลทางด้านดิจิตอลพร้อมที่จะให้ซีพียูดึงไปใช้งานได้แล้ว เราอาจจะโปรแกรมให้ซีพียูรับข้อมูลเข้าไปใช้งานได้ 2 วิธีคือ

- วิธีการหยั่งเสียง (Polling)
- วิธีการขัดจังหวะ (Interrupt)

วิธีการเขียนโปรแกรมที่ง่ายที่สุดก็คือวิธีการ Polling คือคอยตรวจสอบดูข้อมูลเข้า ณ จุดเข้า หากมีค่อยดึงข้อมูลเข้ามา ปัญหาอยู่ที่ว่าจะทราบได้อย่างไรเมื่อมีข้อมูลพร้อมที่จะให้นำไปใช้งานแล้ว ในกรณีเช่นนี้เราอาจจะแบ่งสถานการณ์ออกได้เป็น 2 กรณีคือ

- กรณีที่ 1 ข้อมูลที่ทางเข้าเป็นแบบข้อมูลที่บอกสถานภาพขณะใดขณะหนึ่งซึ่งเป็นผลจากการแปลงสัญญาณอะนาลอกเป็นดิจิตอล ในกรณีเช่นนี้ซีพียูจะอ่านเมื่อไรก็จะได้สถานภาพของอุปกรณ์ภายใต้การควบคุมในขณะนั้น ซึ่งอาจจะเป็น 8 บิต 12 บิตหรือ 16 บิตของข้อมูลก็ไม่มีปัญหาอะไร โดยมากจะเป็นการส่งแบบขนานมาพร้อมกันทุกบิต
- กรณีที่ 2 อุปกรณ์ภายใต้การควบคุมรายงานมาเป็นสายอักขระ (String) โดยมีกำหนดระยะเวลาของการส่งอักขระแต่ละตัว ในกรณีเช่นนี้จำเป็นจะต้องมีการจับมือกัน (hand shake) ระหว่างผู้รับและผู้ส่งว่าเมื่อไรอักขระพร้อมที่จะให้รับไปแล้ว ถ้าหากเป็นการรับส่งแบบอนุกรม อุปกรณ์รับส่งแบบอนุกรมจะมีแฟล็กตัวหนึ่งคอยบอกถึงความสมบูรณ์ของการรับข้อมูล

ครบถ้วนเพื่อให้ดึงไปใช้ วิธีการหยั่งเสียงก็คือการตรวจสอบแฟล็กตัวนี้ว่ามีข้อมูลพร้อมอยู่ที่พอร์ตหรือไม่

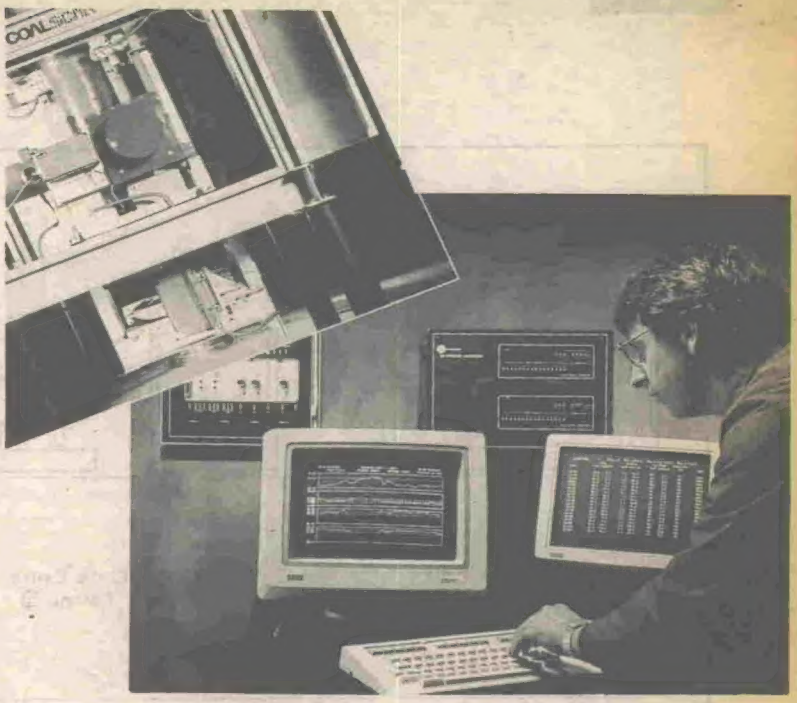
วิธีการขัดจังหวะเป็นวิธีการที่ต้องมีการเขียนโปรแกรมจึงค่อนข้างจะยุ่งยาก แต่เป็นการใช้ซีพียูได้อย่างมีประสิทธิภาพที่สุด เหมาะสำหรับการสื่อสารที่ใช้ความเร็วสูง สำหรับพอร์ตอนุกรมของเครื่องจะมีช่องทางการขัดจังหวะพร้อมให้ใช้งานอยู่แล้วคือ IRQ3 และ IRQ4 ตัวอย่างที่เห็นได้ชัดจากการนำข้อมูลเข้าแบบขัดจังหวะก็คือการใช้แป้นพิมพ์ ดอสใช้วิธีขัดจังหวะในการนำข้อมูลเข้าทุกครั้งที่เรากดแป้นพิมพ์ให้เกิดการขัดจังหวะการทำงานของซีพียู เพื่อเรียกซีพียูหันมานำเอาข้อมูลจากแป้นพิมพ์ไปเก็บไว้ในบัฟเฟอร์ก่อนที่โปรแกรมที่ทำงานอยู่จะดึงเอาไปตีความหมายเป็นคำสั่งจากผู้ใช้

ไม่ว่าจะเป็นการรับข้อมูลแบบไหนก็ดี การเขียนโปรแกรมรับข้อมูลเข้ามาจะต้องสอดคล้องกับอุปกรณ์ที่เรากำลังทำการควบคุมอยู่ ถ้าหากเป็นอุปกรณ์ที่มีช่องทางการสื่อสารให้มาด้วยไม่ว่าจะเป็นแบบอนุกรม RS232 หรือแบบขนาน เราจำเป็นจะต้องศึกษาคุณลักษณะเฉพาะเสียก่อน เป็นต้นว่า

1. วิธีการที่อุปกรณ์เหล่านั้นส่งข้อมูลมาให้ซีพียู
   - ส่งมาเป็นวงรอบของระยะเวลา
   - ส่งให้เมื่อได้รับคำสั่งให้ส่ง (พิมพ์อักษรพิเศษไปบอกให้ส่ง)
   - ส่งให้เมื่อมีอะไรมากระตุ้นที่ตัวอุปกรณ์
   - ส่งให้เมื่อผู้ใช้กดสวิตช์ให้ส่ง
2. รูปแบบของข้อมูลที่ส่ง
   - ส่งเป็นแบบไบนารี่ เช่น 2 ไบต์แรกบอกเลขก่อนทศนิยม 2 ไบต์หลังแทนเลขหลังจุดทศนิยม
   - ส่งมาเป็นแบบแอสกี เช่น ไบต์แรกบอกจุดเริ่มต้นของตัวเลข ไบต์ที่ 2 แทนเครื่องหมาย + หรือ - ที่ตามมาทีละไบต์ก็คือข้อมูลที่เป็นตัวเลขทีละหลัก โดยใช้รหัสแอสกี ข้อมูลสิ้นสุดโดยอักษรพิเศษอีกตัวหนึ่ง เป็นต้น

การประมวลผลและควบคุม

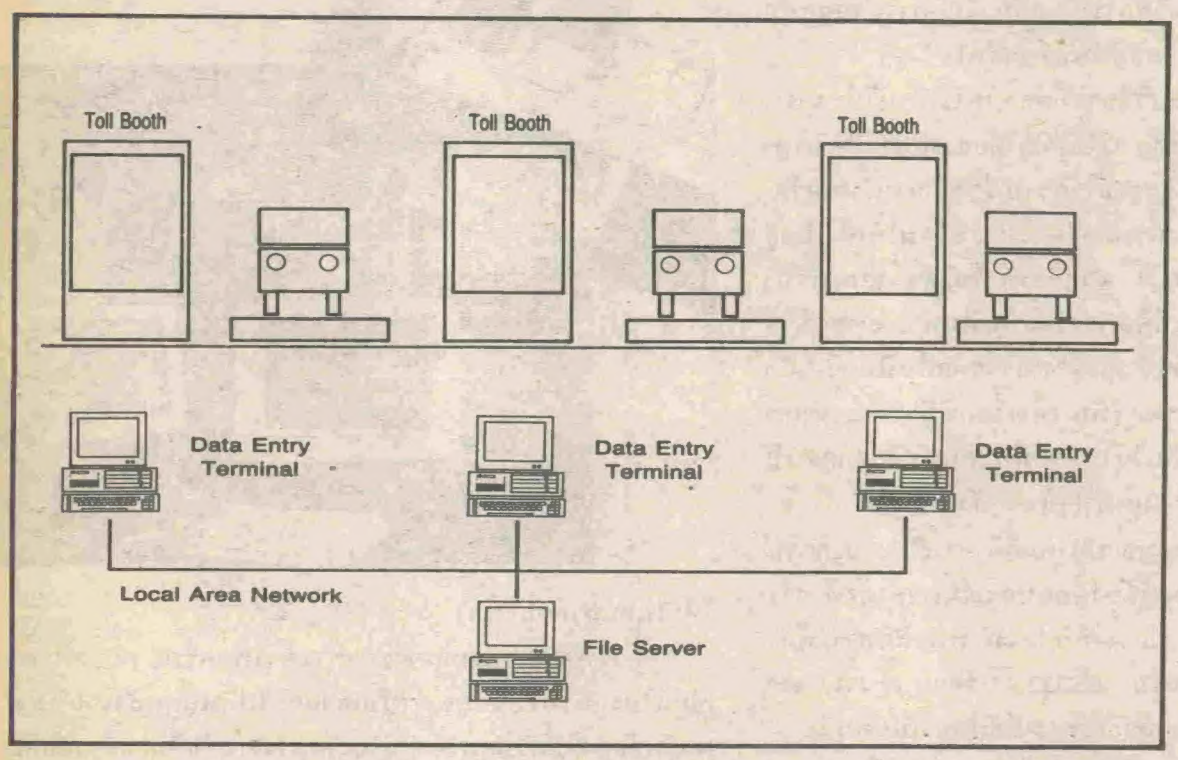
คอมพิวเตอร์มีความสามารถในการประมวลผลอยู่แล้ว จึงไม่เป็นการยากที่จะให้คอมพิวเตอร์ทำงาน เพียงแต่ว่าผู้เขียนโปรแกรมจะต้องมีความเข้าใจในขบวนการควบคุมให้ดีและถูกต้อง ใส่สมการในการคำนวณลงไป นำเอาผลลัพธ์ที่ได้ออกมาเพื่อส่งไปควบคุม (ซึ่งบางครั้งจะต้องแปลงดิจิตอลให้เป็นอะนาลอกด้วย)



การพัฒนาโปรแกรมของการควบคุมเริ่มมาตั้งแต่การเขียนโปรแกรมรับข้อมูลเข้ามาแล้วและไปสิ้นสุดหลังจากที่ส่งผลลัพธ์ออกไปควบคุม ดังนั้นในงานบางงานจำเป็นจะต้องเลือกใช้ภาษาในการเขียนโปรแกรมควบคุมให้ดี เมื่อถึงคราวจำเป็นที่จะต้องใช้ภาษาเครื่องก็จะต้องทำได้ โปรแกรมแพคเกจในระดับสูง เช่น ดีเบสหรือโลตัสไม่มีความสามารถในการติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอก แต่ก็เปิดช่องไว้ให้เขียนโปรแกรมในภาษาเครื่องเข้าไปใช้ร่วมกันได้

งานที่ต้องใช้ความเร็วในการทำงานพัฒนาโปรแกรมควรจะใช้ภาษามาตรฐาน เช่น ปาสคาล หรือซี เพราะทั้งสองภาษาให้ประสิทธิภาพในการทำงานสูงและง่ายต่อการเข้าไปควบคุมฮาร์ดแวร์ในระบบของคอมพิวเตอร์ การเรียนรู้ระบบของไมโครคอมพิวเตอร์มีส่วนสำคัญอย่างมากในการนำไปพัฒนาเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ให้สามารถใช้งานทางด้านการควบคุมได้อย่างมีประสิทธิภาพ เป็นต้นว่า การใช้แหล่งทรัพยากรที่มีอยู่ภายในซีพียูบอร์ด เช่น

- Timer counter
- Real time clock (ในเครื่องเอที)
- Dog Watch (ในเครื่องเอที)
- Direct Memory Access
- หน่วยความจำของบอร์ด
- ไบออสและดอส
- การเขียนโปรแกรมเก็บไว้ในรอมเพื่อเปลี่ยนให้ซีพียูทำงานเฉพาะอย่าง



รูปที่ 6 การใช้ LAN ในระบบเครื่องชั่งหลายสถานี

ออก การนำเอา LAN มาใช้ในกรณีนี้จะทำให้เครื่องชั่งทุกจุดสามารถทราบผลการชั่งของแต่ละจุดได้ทันทีทันใด (ดูรูปที่ 6)

ใช่แต่เพียงเท่านี้การเรียนรู้ขีดความสามารถของไมโครคอมพิวเตอร์ที่สามารถนำมาต่อเป็นระบบ LAN ก็จะทำให้ระบบการควบคุมมีขีดความสามารถยิ่งขึ้น แทนที่จะสามารถควบคุมได้ด้วยซีพียูตัวเดียว การติดตั้ง LAN จะช่วยให้ซีพียูหลายตัวเข้าถึงข้อมูลที่ต้องการทราบได้พร้อมกันหลาย ๆ ตัว ยกตัวอย่างเช่น การใช้ไมโครคอมพิวเตอร์เชื่อมต่อเข้ากับเครื่องชั่งน้ำหนักรถบรรทุกที่วิ่ง เพื่อหาน้ำหนักของสินค้าที่นำส่งโรงงาน ขาเข้าก็ชั่งน้ำหนักรถบวกกับน้ำหนักสินค้า ขาออกเป็นการชั่งน้ำหนักรถเปล่า หักลบน้ำหนักของการชั่งทั้ง 2 ครั้ง ก็จะได้น้ำหนักของสินค้าที่แท้จริง ในกรณีเช่นนี้หากใช้ระบบเครื่องชั่งตัวเดียวชั่งทั้งขาเข้าขาออกอาจจะเกิดปัญหาในกรณีที่มีการรับส่งสินค้ามาก ๆ อย่างน้อยการมีจุดชั่ง 2 จุดก็จะช่วยให้การทำงานรวดเร็วขึ้น จุดหนึ่งชั่งเข้า อีกจุดหนึ่งชั่ง

สรุป

งานควบคุมและเฝ้าคุมเป็นงานหนึ่งที่กำลังท้าทายในการนำเอาไมโครคอมพิวเตอร์เข้าไปใช้งาน เพราะไม่เพียงท้าทายการเขียนโปรแกรมในการควบคุมเท่านั้น ยังเป็นการท้าทายขีดความสามารถของผู้พัฒนาในการวางระบบ และนำเอาทรัพยากรของระบบไมโครคอมพิวเตอร์ที่มีอยู่มาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุดในการทำงาน ท่านผู้ชอบความท้าทายทั้งหลายจะยังมัวยืนนิ่งได้ต้นไม้อยู่อีกหรือ